

## Wavelength-converting casting composition and its use

**Publication number:** DE19638667

**Publication date:** 1998-04-02

**Inventor:** SCHLÖTTER PETER DR (DE); SCHMIDT ROLF (DE); SCHNEIDER JUERGEN DR (DE)

**Applicant:** SIEMENS AG (DE)

**Classification:**

- **international:** C09K11/77; H01L33/00; C09K11/77; H01L33/00;  
(IPC1-7): H01L33/00; G02F2/02

- **european:** C09K11/77M2D; C09K11/77M6; C09K11/77P2D;  
C09K11/77P6; C09K11/77S2; C09K11/77S2H;  
C09K11/77S6; H01L33/00B2B; H01L33/00B3B

**Application number:** DE19961038667 19960920

**Priority number(s):** DE19961038667 19960920

**Also published as:**

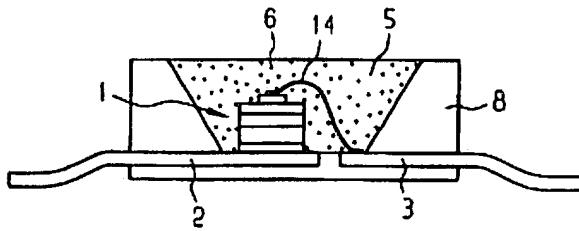
WO9812757 (A1)  
EP0862794 (A1)  
US6066861 (A1)  
JP2002317178 (A)  
JP2002317177 (A)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19638667

The present invention pertains to a sealing material (5) with wavelength converting effect, obtained by mixing epoxy cast resin with a luminescent substance and intended for use in an electroluminescent building component comprising a body (1) emitting an ultraviolet light, blue or green, and spraying in the epoxy cast resin a powder of inorganic luminescent pigments (6) from the phosphor group of general formula A<sub>3</sub>B<sub>5</sub>X<sub>12</sub>:M, with a grain size  $\leq 10 \mu\text{m}$  and a grain diameter d<sub>50</sub>  $\leq 5 \mu\text{m}$ .



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) DE 196 38 667 C 2

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 33/00**  
G 02 F 2/02  
F 21 K 7/00  
G 09 F 13/00

(21) Aktenzeichen: 196 38 667.5-33  
(22) Anmeldetag: 20. 9. 1996  
(43) Offenlegungstag: 2. 4. 1998  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 5. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG,  
93049 Regensburg, DE

(74) Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

(72) Erfinder:  
Schlotter, Peter, Dr., 79112 Freiburg, DE; Schmidt,  
Rolf, 79279 Vörstetten, DE; Schneider, Jürgen, Dr.,  
79199 Kirchzarten, DE

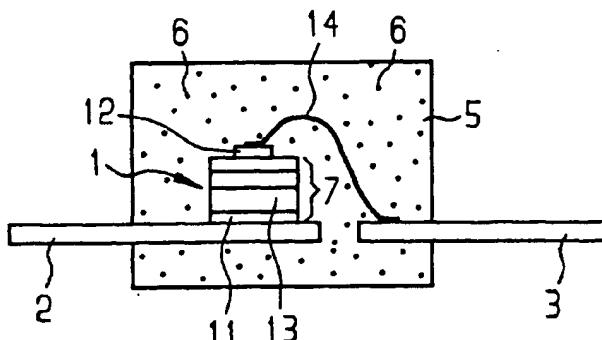
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 39 02 001 C2  
DE 33 15 675 C2  
DE 30 22 117 C2  
DE 30 21 234 C2  
DE 38 04 293 A1  
DE-OS 20 59 909

Abstract zu JP 07 176 794 A;  
"Appl.Phys.Lett." 69 (12. Aug. 1996) 898-900;

(54) Mischfarbiges Licht abstrahlendes Halbleiterbauelement mit Lumineszenzkonversionselement

(57) Optisches Bauelement mit  
- einem eine elektromagnetische Strahlung eines ersten  
Wellenlängenbereichs mit einem Intensitätsmaximum  
bei einer Wellenlänge  $\lambda \leq 520$  nm aussendenden Halblei-  
terkörper (1), und  
- einem Lumineszenzkonversionselement (4, 5), das ei-  
nen lumineszierenden Leuchtstoff (6) enthält, der einen  
Teil der vom Halbleiterkörper (1) ausgesandten Strahlung  
absorbiert und Strahlung in einem zweiten Wellenlängen-  
bereich emittiert, dadurch gekennzeichnet, daß der lumi-  
neszierende Leuchtstoff (6) mit seltenen Erden dotierte  
Granate mit Korngrößen von 4  $\mu\text{m}$ -13  $\mu\text{m}$  enthält und in  
Vergußharz eingebettet ist.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein mischfarbiges, insbesondere weißes Licht abstrahlendes Halbleiterbauelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine planare, weißes Licht abstrahlende Lichtquelle ist aus der JP 0 717 6794 A bekannt. Bei dieser sind seitlich an einer transparenten Platte blaues Licht emittierende Dioden angebracht, die in die Platte hineinstrahlen. Die Platte ist an einer ihrer Hauptflächen mit einer fluoreszierenden Substanz beschichtet.

In der DE 38 04 293 A1 ist eine Anordnung mit einer Elektrolumineszenz- oder Laserdiode beschrieben, die mit einem Element aus Kunststoff bedeckt ist. Das Element aus Kunststoff enthält mindestens einen fluoreszierenden lichtwandelnden organischen Farbstoff, um die Farbe des abgestrahlten Lichts zu verändern.

In der DE-OS 20 59 909 ist ein elektrolumineszierendes Bauteil mit einem infraroten Strahlung aussendenden Halbleiterelement bekannt, dessen Strahlung teilweise in sichtbares Licht umgewandelt wird. Dazu ist das Halbleiterelement völlig von einer Kapsel umschlossen, in die gleichmäßig verteilt ein Phosphor eingebettet ist, der bei Anregung mit infraroter Strahlung sichtbares Licht aussendet.

In vielen potentiellen Anwendungsgebieten für Leuchtdioden, wie zum Beispiel bei Anzeigeelementen im Kfz-Armaturenbrett, Beleuchtung in Flugzeugen und Autos und bei vollfarbtauglichen LED-Displays, tritt verstärkt die Forderung nach Leuchtdiodenanordnungen auf, mit denen sich mischfarbiges Licht, insbesondere weißes Licht erzeugen läßt. Bisher läßt sich weißes "LED"-Licht im Wesentlichen nur mit sogenannten Multi-LEDs erzeugen, bei denen drei verschiedenenfarbige Leuchtdioden (i. a. eine rote, eine grüne und eine blaue) oder zwei komplementärfarbige Leuchtdioden (z. B. eine blaue und eine gelbe) verwendet werden. Neben einem erhöhten Montageaufwand sind für solche Multi-LEDs auch aufwendige Ansteuerelektroniken erforderlich, da die verschiedenen Diodentypen unterschiedliche Ansteuerspannungen benötigen. Außerdem wird die Langzeitstabilität hinsichtlich Wellenlänge und Intensität durch unterschiedliche Alterungerscheinungen der verschiedenen Leuchtdioden und auch aufgrund der unterschiedlichen Ansteuerspannungen und den daraus resultierenden unterschiedlichen Betriebsströmen beeinträchtigt. Ein zusätzlicher Nachteil der Multi-LEDs besteht darin, daß die Bauteillminiaturisierung stark begrenzt ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Halbleiterbauelement der eingangs genannten Art zu entwickeln, mit dem auf technisch einfache Weise, mit einem möglichst geringen Bauteilaufwand, mischfarbiges Licht, insbesondere weißes Licht erzeugt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 15. Die Unteransprüche 16 bis 18 geben bevorzugte Verwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements an.

Erfindungsgemäß ist ein Strahlung aussendender Halbleiterkörper, mit mindestens einem ersten und mindestens einem zweiten mit dem Halbleiterkörper elektrisch leitend verbundenen elektrischen Anschluß vorgesehen, dem ein Lumineszenzkonversionselement zugeordnet ist. Der Halbleiterkörper weist eine Schichtenfolge auf, die eine elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen  $\lambda \leq 520$  nm aussendet. Sie weist insbesondere eine Schichtenfolge mit einer aktiven Schicht aus  $Ga_xIn_{1-x}N$  oder  $Ga_xAl_{1-x}N$  auf. Das Lumineszenzkonversionselement wandelt Strahlung eines ersten spektralen Teiles des vom Halbleiterkörper

ausgesandten, aus einem ersten Wellenlängenbereich stammenden Strahlung in Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereiches um, derart, daß das Halbleiterbauelement Strahlung aus mindestens einem zweiten spektralen Teilbereich des ersten Wellenlängenbereiches und Strahlung des zweiten Wellenlängenbereiches aussendet. Das Lumineszenzkonversionselement ist dazu mit mindestens einem anorganischen Leuchtstoff, der mit seltenen Erden dotierte Granat enthält, insbesondere mit einem Phosphor verschen. Das heißt zum Beispiel, daß das Lumineszenzkonversionselement einen Teil einer vom Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung spektral selektiv absorbiert und im längerwelligen Bereich (im zweiten Wellenlängenbereich) emittiert. Idealerweise weist die von dem Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung bei einer Wellenlänge  $\lambda \leq 520$  nm ein Intensitätsmaximum auf.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements besteht das Lumineszenzkonversionselement zumindest teilweise aus einem transparenten Epoxidharz, das mit dem anorganischen Leuchtstoff versehen ist. Vorteilhaftweise lassen sich nämlich anorganische Leuchtstoffe insbesondere Phosphate wie z. B. YAG:Ce ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ), auf einfache Weise in Epoxidharz einbinden. Weitershin als Leuchtstoff geeignet sind weitere mit seltenen Erden dotierte Granite wie z. B.  $Y_3Ga_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $Y(Al,Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$  und  $Y(Al,Ga)_5O_{12}:Tb^{3+}$  sowie mit seltenen Erden dotierte Erdalkali-Sulfide wie z. B.  $SrS:Ce^{3+}$ ,  $Na, SrS:Ce^{3+}$ ,  $Cl, SrS:CeCl_3$ ,  $CaS:Ce^{3+}$  und  $SrSe:Ce^{3+}$ .

Zur Erzeugung von mischfarbigem Licht eignen sich darüberhinaus mit seltenen Erden dotierte Thiogallate wie z. B.  $CaGa_2S_4:Ce^{3+}$  und  $SrGa_2S_4:Ce^{3+}$  sowie mit seltenen Erden dotierte Aluminate wie z. B.  $YAlO_3:Ce^{3+}$ ,  $YGaO_3:Ce^{3+}$ ,  $Y(Al,Ga)_3O_3:Ce^{3+}$  und mit seltenen Erden dotierte Orthosilikate  $M_2SiO_5:Ce^{3+}$  ( $M:Sc, Y, Sc$ ) wie z. B.  $Y_2SiO_5:Ce^{3+}$ . Bei allen Yttriumverbindungen kann das Yttrium im Prinzip auch durch Scandium oder Lanthan ersetzt werden.

Ebenso kann vorteilhaftweise bei dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement auch eine (eine oder mehrere) von aus dem ersten Wellenlängenbereich stammenden ersten spektralen Teilbereichen in mehrere zweite Wellenlängenbereiche umgewandelt werden. Dadurch ist es vorteilhaftweise möglich, vielfältige Farbmischungen und Farbtemperaturen zu erzeugen.

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement hat den besonderen Vorteil, daß das über Lumineszenzkonversion erzeugte Wellenlängenspektrum und damit die Farbe des abgestrahlten Lichtes nicht von der Höhe der Betriebsstromstärke durch den Halbleiterkörper abhängt. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn die Umgebungstemperatur des Halbleiterbauelementes und damit bekanntermaßen auch die Betriebsstromstärke stark schwankt. Besonders Leuchtdioden mit einem Halbleiterkörper auf der Basis von GaN sind diesbezüglich sehr empfindlich.

Außerdem benötigt das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement im Gegensatz zu den eingangs genannten Multi-LEDs nur eine einzige Ansteuerspannung und damit auch nur eine einzige Ansteuerschaltungsanordnung, wodurch der Bauteilaufwand sehr gering gehalten werden kann.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist als Lumineszenzkonversionselement über oder auf dem Halbleiterkörper eine teiltransparente, d. h. eine für die von dem Strahlung aussendenden Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung teilsweise transparente Lumineszenzkonversionsschicht vorgesehen. Um eine einheitliche Farbe des abgestrahlten Lichtes sicherzustellen, ist vorteilhaftweise die Lumineszenzkonversionsschicht derart ausgebildet, daß sie durchweg eine konstante Dicke aufweist.

Ein besonderer Vorteil eines erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements gemäß dieser Weiterbildung besteht darin, daß auf einfache Weise eine hohe Reproduzierbarkeit erzielt werden kann, was für eine effiziente Massenfertigung von wesentlicher Bedeutung ist. Als Lumineszenzkonversionschicht kann beispielsweise eine mit anorganischem Leuchstoff versetzte Lack- oder Kunstharzschiicht vorgesehen sein.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements weist als Lumineszenzkonversionselement eine teiltransparente Lumineszenzkonversionsumhüllung auf, die zumindest einen Teil des Halbleiterkörpers (und evtl. Teilbereiche der elektrischen Anschlüsse) umschließt und gleichzeitig als Bauteilumhüllung (Gehäuse) genutzt sein kann. Der Vorteil eines Halbleiterbauelements gemäß dieser Ausführungsform besteht im wesentlichen darin, daß zu seiner Herstellung konventionelle, für die Herstellung von herkömmlichen Leuchtdioden (z. B. Radial-Leuchtdioden) eingesetzte Produktionslinien genutzt werden können. Für die Bauteilumhüllung ist anstelle des bei herkömmlichen Leuchtdioden dafür verwendeten transparenten Kunststoffes das Material der Lumineszenzkonversionsumhüllung verwendet.

Bei vorteilhaften Ausführungsformen des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements und der beiden oben genannten bevorzugten Ausführungsformen besteht die Lumineszenzkonversionsschicht bzw. die Lumineszenzkonversionsumhüllung aus einem transparenten Material (z. B. Kunststoff (wie Epoxidharz)), das mit mindestens einem anorganischen Farbstoff versehen ist (Beispiele für geeignete Kunststoffe finden sich weiter unten). Auf diese Weise lassen sich Lumineszenzkonversionselemente besonders kostengünstig herstellen. Die dazu notwendigen Verfahrensschritte sind nämlich ohne großen Aufwand in herkömmliche Produktionslinien für Leuchtdioden integrierbar.

Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung bzw. der o. g. Ausführungsformen ist vorgesehen, daß der oder die zweiten Wellenlängenbereiche zumindest teilweise größere Wellenlängen aufweisen als der erste Wellenlängenbereich.

Insbesondere ist vorgesehen, daß ein zweiter spektraler Teilbereich des ersten Wellenlängenbereiches und ein zweiter Wellenlängenbereich zueinander komplementär sind. Auf diese Weise kann aus einer einzigen farbigen Lichtquelle, insbesondere einer Leuchtdiode mit einem einzigen blauen oder grünes Licht abstrahlenden Halbleiterkörper, mischfarbiges, insbesondere weißes Licht erzeugt werden. Um z. B. mit einem blauen Licht aussendenden Halbleiterkörper weißes Licht zu erzeugen, wird ein Teil des von dem Halbleiterkörper ausgesandten Spektralbereiches in einen gelben Spektralbereich konvertiert. Die Farbtemperatur des weißen Lichtes kann dabei durch geeignete Wahl des anorganischen Leuchstoffes und geeignete Gestaltung des Lumineszenzkonversionselementes (z. B. hinsichtlich Schichtdicke und Leuchstoffkonzentration), variiert werden. Darüberhinaus bieten diese Anordnungen vorteilhafterweise auch die Möglichkeit, Leuchstoffmischungen einzusetzen, wodurch sich vorteilhafterweise der gewünschte Farnton sehr genau einstellen läßt.

Ebenso können Lumineszenzkonversionselemente inhomogen ausgestaltet sein, z. B. mittels einer inhomogenen Leuchstoffverteilung. Unterschiedliche Weglängen des Lichtes durch das Lumineszenzkonversionselement können dadurch vorteilhafterweise kompensiert werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements weist das Lumineszenzkonversionselement oder ein anderer Bestandteil einer Bauteilumhüllung zur Farbanpassung einen oder mehrere

Farbstoffe auf, die keine Wellenlängenkonversion bewirken. Hierzu können die für die Herstellung von herkömmlichen Leuchtdioden verwendeten Farbstoffe wie z. B. Azo-, Anthrachinon- oder Perinon-Farbstoffe wie herkömmlich eingesetzt werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements ist zumindest ein Teil der Oberfläche des Halbleiterkörpers von einer ersten, z. B. aus einem Kunststoff bestehenden transparenten Umhüllung umgeben, auf der die Lumineszenzkonversionsschicht aufgebracht ist. Dadurch wird die Strahlungsdichte im Lumineszenzkonversionselement und somit dessen Strahlungsbelastung verringert, was sich je nach verwendeten Materialien positiv auf die Lebensdauer des Lumineszenzkonversionselementes auswirkt.

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sowie der oben genannten Ausführungsformen ist ein Halbleiterkörper, z. B. eine Leuchtdiode oder eine Laserdiode verwendet, bei dem das ausgesandte Strahlungsspektrum bei einer Wellenlänge zwischen 420 nm und 460 nm, insbesondere bei 430 nm (z. B. Halbleiterkörper auf der Basis von  $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ ) oder 450 nm (z. B. Halbleiterkörper auf der Basis von  $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}$ ) ein Intensitätsmaximum aufweist. Mit einem derartigen erfundungsgemäßen Halbleiterbauelement lassen sich vorteilhafterweise nahezu sämtliche Farben und Mischfarben der C. I. E.-Farbtafel erzeugen.

Bei der Erfindung und deren Ausführungsformen ist die Lumineszenzkonversionsumhüllung bzw. die Lumineszenzkonversionsschicht aus einem Lack oder aus einem Kunststoff, wie beispielsweise die für die Umhüllung optoelektronischer Bauelemente eingesetzten Silikon-, Thermoplast- oder Duroplastmaterialien (Epoxid- u. Acrylharze) hergestellt. Des Weiteren können z. B. aus Thermoplastmaterialien gefertigte Abdeckelemente als Lumineszenzkonversionsschicht eingesetzt sein. Sämtliche obengenannten Materialien lassen sich auf einfache Weise mit einem oder mehreren anorganischen Leuchstoffen versetzen.

Besonders einfach läßt sich ein erfundungsgemäßes Halbleiterbauelement vorteilhafterweise dann realisieren, wenn der Halbleiterkörper gemäß einer bevorzugten Weiterbildung in einer Ausnahme eines gegebenenfalls vorgefertigten Gehäuses angeordnet ist und die Ausnahme mit einem die Lumineszenzkonversionsschicht aufweisenden Abdeckelement versehen ist. Ein derartiges Halbleiterbauelement läßt sich in großer Stückzahl in herkömmlichen Produktionslinien herstellen. Hierzu muß lediglich nach der Montage des Halbleiterkörpers in das Gehäuse, das Abdeckelement, beispielsweise eine Lack- oder Gießharzschiicht oder eine vorgefertigte Abdeckplatte aus Thermoplastmaterial, auf das Gehäuse aufgebracht werden. Optional kann die Ausnahme des Gehäuses mit einem transparenten Material, beispielsweise einem transparenten Kunststoff, gefüllt sein, das z. B. die Wellenlänge des von dem Halbleiterkörper ausgesandten Lichtes nicht verändert oder aber, falls gewünscht, bereits lumineszenzkonvertierend ausgebildet sein kann. Im letztgenannten Fall kann das Abdeckelement auch weggelassen sein.

Vorteilhafte Materialien zur Herstellung der o. g. Lumineszenzkonversionsschicht bzw. Lumineszenzkonversionsumhüllung sind z. B. Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Epoxidharz dem ein oder mehrere anorganische Leuchstoffe zugesetzt sind.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements bestehen zumindest alle lichtdurchstrahlten Komponenten der Umhüllung, d. h. auch die Lumineszenzkonversionsumhüllung bzw. -schicht aus rein anorganischen Materialien. Das Lumineszenzkonversionselement besteht somit aus einem anorgani-

schen Leuchtstoff, der in einem temperaturstabilen, transparenten oder teiltransparenten anorganischen Material eingebettet ist.

Um die Durchmischung der von dem Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung des ersten Wellenlängenbereiches mit der lumineszenzkonvertierten Strahlung des zweiten Wellenlängenbereiches und damit die Farbkonstanz des abstrahlten Lichtes zu verbessern, ist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelementes der Lumineszenzhüllung bzw. der Lumineszenzkonversionsschicht und/oder einer anderen Komponente der Bauteilumhüllung zusätzlich ein im Blauen lumineszierender Farbstoff hinzugefügt, der eine sogenannte Richtcharakteristik der von dem Halbleiterkörper abgestrahlten Strahlung abschwächt. Unter Richtcharakteristik ist zu verstehen, daß die von dem Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung eine bevorzugte Abstrahlrichtung aufweist.

Beim erfundungsgemäßen Halbleiterbauelement ist zu diesem Zweck ein pulverförmiger anorganischer Leuchtstoff verwendet, der sich in dem ihn umhüllenden Stoff (Matrix) nicht löst. Außerdem weisen der anorganische Leuchtstoff und der ihn umhüllende Stoff voneinander verschiedene Brechungsindizes auf. Dies führt vorteilhafterweise dazu, daß abhängig von der Korngröße des Leuchtstoffes, ein Anteil des nicht vom Leuchtstoff absorbierten Lichtes gestreut wird. Dadurch ist die Richtcharakteristik der von dem Halbleiterkörper abgestrahlten Strahlung effizient geschwächt, so daß die nicht absorbierte Strahlung und die lumineszenzkonvertierte Strahlung homogen gemischt werden, was zu einem räumlich homogenen Farbeindruck führt. Das ist z. B. der Fall, wenn YAG:Ce mit einer Korngröße von 4 µm–13 µm in Epoxidharz eingebettet ist.

Ein weißes Licht abstrahlendes erfundungsgemäße Halbleiterbauelement läßt sich beispielsweise dadurch realisieren, daß einem zur Herstellung der Lumineszenzkonversionsschicht oder -schicht verwendeten Epoxidharz der anorganische Leuchtstoff  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  beige mischt wird. Ein Teil einer von dem Halbleiterkörper ausgesandten blauen Strahlung wird von dem anorganischen Leuchtstoff  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  in den gelben Spektralbereich und somit in einen komplementären Wellenlängenbereich verschoben. Der Farbton (Farbort in der CIE-Farbtafel) des weißen Lichts kann dabei durch geeignete Wahl der Farbstoffmischung und -konzentration variiert werden.

Der anorganische Leuchtstoff YAG:Ce hat unter anderem den besonderen Vorteil, daß es sich hierbei um nicht lösliche Farbpigmente (Teilkengröße z. B. 10 µm) mit einem Brechungsindex von ca. 1,84 handelt. Dadurch tritt neben der Wellenlängenkonversion noch ein Streueffekt auf, der zu einer guten Vermischung von blauer Diodenstrahlung und gelber Konverterstrahlung führt.

Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung eines erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements bzw. der oben angegebenen vorteilhaften Ausführungsformen sind dem Lumineszenzkonversionselement oder einer anderen strahlungsdurchlässigen Komponente der Bauteilumhüllung zusätzlich lichtstreuende Partikel, sogenannte Diffusoren zugesetzt. Hierdurch läßt sich vorteilhafterweise der Farbeindruck und die Abstrahlcharakteristik des Halbleiterbauelements weiter optimieren.

Von besonderem Vorteil ist, daß die Leuchteffizienz von weißleuchtenden erfundungsgemäßen Halbleiterbauelementen bzw. deren o. g. Ausführungsformen mit einem im wesentlichen auf der Basis von GaN hergestellten blau leuchtenden Halbleiterkörper gegenüber der Leuchteffizienz einer Glühbirne erheblich erhöht ist. Der Grund dafür besteht darin, daß zum einen die externe Quantenausbeute derartiger Halbleiterkörper bei einigen Prozent liegt und anderer-

seits die Lumineszenzausbeute von anorganischen Leuchttöpfen oft bei über 90% angesiedelt ist. Darüberhinaus zeichnet sich das erfundungsgemäße Halbleiterbauelement im Vergleich zur Glühbirne durch eine extrem lange Lebensdauer, größere Robustheit und eine kleinere Betriebsspannung aus.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß die für das menschliche Auge wahrnehmbare Helligkeit des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelementes gegenüber einem ohne Lumineszenzkonversionselement ausgestatteten, aber sonst identischen Halbleiterbauelement deutlich erhöht werden kann, da die Augenempfindlichkeit zu höherer Wellenlänge hin zunimmt. Es kann darüberhinaus auch ultraviolettes Licht in sichtbares Licht umgewandelt werden.

Das hier vorgestellte Konzept der Lumineszenzkonversion mit blauem Licht eines Halbleiterkörpers läßt sich vorteilhafterweise auch auf mehrstufige Lumineszenzkonversionselemente erweitern, nach dem Schema ultraviolet → blau → grün → gelb → rot. Hierbei werden mehrere unterschiedlich spektral selektiv emittierende Lumineszenzkonversionselemente relativ zum Halbleiterkörper hintereinander angeordnet.

Ebenso können vorteilhafterweise mehrere unterschiedlich spektral selektiv emittierende anorganische Leuchttöpfe gemeinsam in einen transparenten Kunststoff eines Lumineszenzkonversionselemente eingebettet sein. Hierdurch ist ein sehr breites Farbenspektrum erzeugbar.

Besonders vorteilhaft können erfundungsgemäße Halbleiterbauelemente gemäß der vorliegenden Erfindung z. B. in vollfarbtauglichen LED-Anzeigevorrichtungen (Displays) oder zu Beleuchtungszwecken in Flugzeugen, Kraftfahrzeugen usw. eingesetzt werden.

Ein besonderer Vorteil von erfundungsgemäßen weißes Licht abstrahlenden Halbleiterbauelementen auf der Basis Ce-dotierter Phosphore, insbesondere Ce-dotierter Granate wie z. B. YAG:Ce als Leuchtstoff, besteht darin, daß diese Leuchttöpfe bei Anregung mit blauem Licht eine spektrale Verschichtung von ca. 100 nm zwischen Absorption und Emission bewirken. Dies führt zu einer wesentlichen Reduktion der Reabsorption des vom Leuchtstoff emittierten Lichtes und damit zu einer höheren Lichtausbeute. Außerdem besitzen derartige anorganische Leuchttöpfe vorteilhafterweise im allgemeinen eine hohe thermische und photochemische (z. B. UV-) Stabilität (wesentlich höher als organische Leuchttöpfe), so daß auch Weiß leuchtende Dioden für Außenanwendung und/oder hohe Temperaturbereiche herstellbar sind.

Besonders vorteilhaft lassen sich erfundungsgemäße Halbleiterbauelemente insbesondere aufgrund ihrer geringen Leistungsaufnahme in vollfarbtauglichen LED-Displays, zur Beleuchtung von Kfz-Innenräumen oder von Flugzeugkabinen sowie zur Beleuchtung von Anzeigevorrichtungen wie Kfz-Armaturen oder Flüssigkristallanzeigen verwenden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von neun Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 12. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements;

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements;

Fig. 3 eine schematische Schnittansicht durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements;

Fig. 4 eine schematische Schnittansicht durch ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Halbleiterbauelements;

Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements;

**Fig. 5** eine schematische Schnittansicht eines fünften Ausführungsbeispieles eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes;

**Fig. 6** eine schematische Schnittansicht eines sechsten Ausführungsbeispieles eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes;

**Fig. 7** eine schematische Darstellung eines Emissionspektrums eines blauen Licht abstrahlenden Halbleiterkörpers mit einer Schichtenfolge auf der Basis von GaN;

**Fig. 8** eine schematische Darstellung der Emissionsspektren von erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementen, die weißes Licht abstrahlen;

**Fig. 9** eine schematische Schnittdarstellung durch einen Halbleiterkörper, der blaues Licht aussendet;

**Fig. 10** eine schematische Schnittansicht eines siebten Ausführungsbeispieles eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes;

**Fig. 11** eine schematische Schnittansicht eines achten Ausführungsbeispieles eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes und

**Fig. 12** eine schematische Schnittansicht eines neunten Ausführungsbeispieles eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes.

In den verschiedenen Figuren sind jeweils gleiche oder gleichwirkende Teile immer mit denselben Bezugssymbolen versehen.

Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Licht aussendenden Halbleiterbauelement weist ein Halbleiterkörper **1**, z. B. eine Leuchtdiode oder eine Laserdiode, einen Rückseitenkontakt **11**, einen Vorderseitenkontakt **12** und eine sich aus einer Anzahl von unterschiedlichen Schichten zusammensetzende Schichtenfolge **7** auf, die mindestens eine eine Strahlung (z. B. ultraviolette, blaue oder grüne Strahlung) aussendende aktive Zone besitzt.

Ein Beispiel für eine geeignete Schichtenfolge **7** für dieses und für sämtliche im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele ist in **Fig. 9** gezeigt. Hierbei ist auf einem Substrat **18**, das z. B. aus SiC besteht, eine Schichtenfolge aus einer AlN- oder GaN-Schicht **19**, einer n-leitenden GaN-Schicht **20**, einer n-leitenden  $Ga_xAl_{1-x}N$ - oder  $Ga_xIn_{1-x}N$ -Schicht **21**, einer weiteren n-leitenden GaN- oder  $Ga_xIn_{1-x}N$ -Schicht **22**, einer p-leitenden  $Ga_xAl_{1-x}N$ - oder  $Ga_xIn_{1-x}N$ -Schicht **23** und einer p-leitenden GaN-Schicht **24** aufgebracht. Auf einer Hauptfläche **25** der p-leitenden GaN-Schicht **24** und einer Hauptfläche **26** des Substrats **18** ist jeweils eine Kontaktmetallisierung **27**, **28** aufgebracht, die aus einem herkömmlich in der Halbleitertechnik für elektrische Kontakte verwendeten Werkstoff besteht.

Es kann jedoch auch jeder andere dem Fachmann für das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement als geeignet erscheinende Halbleiterkörper verwendet werden. Dies gilt ebenso für sämtliche nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele.

Im Ausführungsbeispiel von **Fig. 1** ist der Halbleiterkörper **1** mittels eines elektrisch leitenden Verbindungsmittels, z. B. eines metallischen Lotes oder eines Klebstoffes, mit seinem Rückseitenkontakt **11** auf einem ersten elektrischen Anschluß **2** befestigt. Der Vorderseitenkontakt **12** ist mittels eines Bonddrahtes **14** mit einem zweiten elektrischen Anschluß **3** verbunden.

Der Halbleiterkörper **1** und Teilebereiche der elektrischen Anschlüsse **2** und **3** sind unmittelbar von einer Lumineszenzkonversionsumhüllung **5** umschlossen. Diese besteht beispielsweise aus einem für transparente Leuchtdiodenumhüllungen verwendbaren transparenten Kunststoff (z. B. Epoxidharz oder Polymethylmethacrylat) dem ein anorgani-

scher Leuchtstoff **6**, z. B.  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce) für ein weißes Licht abstrahlendes Halbleiterbauelement, beigemischt ist.

Das in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements unterscheidet sich von dem der **Fig. 1** dadurch, daß der Halbleiterkörper **1** und Teilebereiche der elektrischen Anschlüsse **2** und **3** anstatt von einer Lumineszenzkonversionsumhüllung von einer transparenten Umhüllung **15** umschlossen sind. Diese transparente Umhüllung **15** bewirkt keine Wellenlängenänderung einer von dem Halbleiterkörper **1** ausgesandten Strahlung und besteht beispielsweise aus einem in der Leuchtdiodentechnik herkömmlich verwendeten Epoxid-, Silikon- oder Acrylharz oder aus einem anderen geeigneten strahlungsdurchlässigen Material wie z. B. anorganisches Glas.

Auf diese transparente Umhüllung **15** ist eine Lumineszenzkonversionsschicht **4** aufgebracht, die, wie in der **Fig. 2** dargestellt, die gesamte Oberfläche der Umhüllung **15** bedeckt. Ebenso denkbar ist, daß die Lumineszenzkonversionsschicht **4** nur einen Teilbereich dieser Oberfläche bedeckt. Die Lumineszenzkonversionsschicht **4** besteht beispielsweise wiederum aus einem transparenten Kunststoff (z. B. Epoxidharz, Lack oder Polymethylmethacrylat), der mit einem anorganischen Leuchtstoff **6** verarbeitet ist. Auch hier eignet sich als Leuchtstoff für ein weiß leuchtendes Halbleiterbauelement z. B. YAG:Ce.

Dieses Ausführungsbeispiel hat den besonderen Vorteil, daß für die gesamte von dem Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung die Weglänge durch das Lumineszenzkonversionselement näherungsweise gleich groß ist. Dies spielt insbesondere dann eine bedeutende Rolle, wenn, wie oftmals der Fall, der genaue Farnton des von dem Halbleiterbauelement abgestrahlten Lichtes von dieser Weglänge abhängt.

Zur besseren Auskopplung des Lichtes aus der Lumineszenzkonversionsschicht **4** von **Fig. 2** kann auf einer Seitenfläche des Bauelements eine linsenförmige Abdeckung **29** (gestrichelt eingezeichnet) vorgesehen sein, die eine Totalreflexion der Strahlung innerhalb der Lumineszenzkonversionsschicht **4** reduziert. Diese linsenförmige Abdeckung **29** kann aus transparentem Kunststoff oder Glas bestehen und auf die Lumineszenzkonversionsschicht **4** beispielsweise aufgeklebt oder direkt als Bestandteil der Lumineszenzkonversionsschicht **4** ausgebildet sein.

Bei dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel sind der erste und der zweite elektrische Anschluß **2**, **3** in ein lichtundurchlässiges evtl. vorgefertigtes Grundgehäuse **8** mit einer Ausnehmung **9** eingebettet. Unter "vorgefertigt" ist zu verstehen, daß das Grundgehäuse **8** bereits an den Anschlüssen **2**, **3** beispielsweise mittels Spritzguß fertig ausgebildet ist, bevor der Halbleiterkörper auf den ersten Anschluß **2** montiert wird. Das Grundgehäuse **8** besteht beispielsweise aus einem lichtundurchlässigen Kunststoff und die Ausnehmung **9** ist als Reflektor **17** (ggf. durch geeignete Beschichtung der Innenwände der Ausnehmung **9**) ausgebildet. Solche Grundgehäuse **8** werden seit langem insbesondere bei oberflächenmontierbaren Leuchtdioden (SMD-TO-LEDS) verwendet und werden daher an dieser Stelle nicht mehr näher erläutert. Sie werden vor der Montage der Halbleiterkörper auf ein die elektrischen Anschlüsse **2**, **3** aufweisendes Leiterband (Leadframe) aufgebracht.

Die Ausnehmung **9** ist von einer Lumineszenzkonversionsschicht **4**, beispielsweise einer separat hergestellten und auf dem Grundgehäuse **8** befestigten Abdeckplatte **17** aus Kunststoff, abgedeckt. Als geeignete Materialien für die Lumineszenzkonversionsschicht **4** kommen wiederum die weiter oben im allgemeinen Teil der Beschreibung genannten Kunststoffe Verbindung mit den dort genannten anorganischen Leuchtstoffen in Frage. Die Ausnehmung **9** kann so-

wohl mit einem transparenten Kunststoff, mit einem anorganischen Glas oder mit Gas gefüllt als auch mit einem Vakuum versehen sein.

Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 kann auch hier zur besseren Auskopplung des Lichtes aus der Lumineszenzkonversionsschicht 4 auf dieser eine linsenförmige Abdeckung 29 (gestrichelt eingezeichnet) vorgesehen sein, die eine Totalreflexion der Strahlung innerhalb der Lumineszenzkonversionsschicht 4 reduziert. Diese Abdeckung 29 kann wiederum aus transparentem Kunststoff oder aus anorganischem Glas bestehen und auf die Lumineszenzkonversionsschicht 4 beispielsweise aufgeklebt oder zusammen mit der Lumineszenzkonversionsschicht 4 einstückig ausgebildet sein.

Ebenso ist es möglich, daß die Ausnehmung, wie in Fig. 10 gezeigt, mit einem mit einem anorganischen Leuchtstoff 6 versehenen Kunststoff d. h. mit einer Lumineszenzumhüllung 5 gefüllt ist, die das Lumineszenzkonversionselement bildet. Eine Abdeckplatte und/oder eine linsenförmige Abdeckung kann dann auch weggelassen sein. Weiterhin ist optional, wie in Fig. 11 dargestellt, der erste elektrische Anschluß 2 z. B. durch Prägen im Bereich des Halbleiterkörpers 1 als Reflektorwanne 34 ausgebildet, die mit einer Lumineszenzkonversionsumhüllung 5 gefüllt ist.

In Fig. 4 ist als weiteres Ausführungsbeispiel eine sogenannte Radialdiode dargestellt. Hierbei ist der Halbleiterkörper 1 in einem als Reflektor ausgebildeten Teil 16 des ersten elektrischen Anschlusses 2 beispielsweise mittels Löten oder Kleben befestigt. Auch derartige Gehäusebauformen sind aus der Leuchtdiodentechnik wohlbekannt und bedürfen von daher keiner näheren Erläuterung.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 ist der Halbleiterkörper 1 von einer transparenten Umhüllung 15 umgeben, die wie beim zweitgenannten Ausführungsbeispiel (Fig. 2) keine Wellenlängenänderung der von dem Halbleiterkörper 1 ausgesandten Strahlung bewirkt und beispielsweise aus einem herkömmlich in der Leuchtdiodentechnik verwendeten transparenten Epoxidharz oder aus einem anorganischen Glas bestehen kann.

Auf dieser transparenten Umhüllung 15 ist eine Lumineszenzkonversionsschicht 4 aufgebracht. Als Material hierfür kommen beispielsweise wiederum die im Zusammenhang mit den vorgenannten Ausführungsbeispielen angeführten Kunststoffe in Verbindung mit den oben genannte Leuchtkörpern in Frage.

Der gesamte Aufbau, bestehend aus Halbleiterkörper 1, Teilebereichen der elektrischen Anschlüsse 2, 3, transparenter Umhüllung 15 und Lumineszenzkonversionsschicht 4, ist von einer weiteren transparenten Umhüllung 10 umschlossen, die keine Wellenlängenänderung der durch die Lumineszenzkonversionsschicht 4 hindurchgetretenen Strahlung bewirkt. Sie besteht beispielsweise wiederum aus einem herkömmlich in der Leuchtdiodentechnik verwendeten transparenten Epoxidharz oder aus Glas.

Das in Fig. 5 gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem von Fig. 4 insbesondere dadurch, daß die freien Oberflächen des Halbleiterkörpers 1 unmittelbar von einer Lumineszenzkonversionsumhüllung 5 bedeckt sind, die wiederum von einer weiteren transparenten Umhüllung 10 umgeben ist. In Fig. 5 ist weiterhin beispielhaft ein Halbleiterkörper 1 dargestellt, bei dem anstelle des Rückseitenkontaktes 11 ein weiterer Kontakt auf der Halbleiterschichtenfolge 7 angebracht ist, der mittels eines zweiten Bonddrahtes 14 mit dem zugehörigen elektrischen Anschluß 2 oder 3 verbunden ist. Selbstverständlich sind derartige Halbleiterkörper 1 auch bei allen anderen hierin beschriebenen Ausführungsbeispielen einsetzbar. Umgekehrt ist natürlich auch bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 ein Halb-

leiterkörper 1 gemäß den vorgenannten Ausführungsbeispielen verwendbar.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle angemerkt, daß selbstverständlich auch bei der Bauform nach Fig. 5 analog zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 eine einstückige Lumineszenzkonversionsumhüllung 5, die dann an die Stelle der Kombination aus Lumineszenzkonversionsumhüllung 5 und weiterer transparenter Umhüllung 10 tritt, verwendet sein kann.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 6 ist eine Lumineszenzkonversionsschicht 4 (mögliche Materialien wie oben angegeben) direkt auf den Halbleiterkörper 1 aufgebracht. Dieser und Teilbereiche der elektrischen Anschlüsse 2, 3 sind von einer weiteren transparenten Umhüllung 10 umschlossen, die keine Wellenlängenänderung der durch die Lumineszenzkonversionsschicht 4 hindurchgetretenen Strahlung bewirkt und beispielsweise aus einem in der Leuchtdiodentechnik verwendbaren transparenten Epoxidharz oder aus Glas gefertigt ist.

Solche, mit einer Lumineszenzkonversionsschicht 4 versehenen Halbleiterkörper 1 ohne Umhüllung können natürlich vorteilhafterweise in sämtlichen aus der Leuchtdiodentechnik bekannten Gehäusebauformen (z. B. SMD-Gehäuse, Radial-Gehäuse (man vergleiche Fig. 5)) verwendet sein.

Bei dem in Fig. 12 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementen ist auf dem Halbleiterkörper 1 ein transparentes Wannenteil 35 angeordnet, das über dem Halbleiterkörper 1 eine Wanne 36 aufweist. Das Wannenteil 35 besteht beispielsweise aus transparentem Epoxidharz oder aus anorganischem Glas und ist z. B. mittels Umspritzen der elektrischen Anschlüsse 2, 3 einschließlich Halbleiterkörper 1 gefertigt. In dieser Wanne 36 ist eine Lumineszenzkonversionsschicht 4 angeordnet, die z. B. wiederum aus Epoxidharz gefertigt ist, in das Partikel 37, bestehend aus einem der o. g. anorganischen Leuchtkörpern, eingebunden sind. Bei dieser Bauform wird vorteilhafterweise auf sehr einfache Weise sichergestellt, daß sich der Leuchtkörper während der Herstellung des Halbleiterbauelements an nicht vorgesehenen Stellen, z. B. neben dem Halbleiterkörper, ansammelt. Das Wannenteil 35 kann selbstverständlich auch separat hergestellt und anderweitig, z. B. an einem Gehäuseteil, über dem Halbleiterkörper 1 befestigt sein.

Bei sämtlichen der oben beschriebenen Ausführungsbeispielen kann zur Optimierung des Farbeindrucks des abgestrahlten Lichts sowie zur Anpassung der Abstrahlcharakteristik das Lumineszenzkonversionselement (Lumineszenzkonversionsumhüllung 5 oder Lumineszenzkonversionsschicht 4), ggf. die transparente Umhüllung 15, und/oder ggf. die weitere transparente Umhüllung 10 lichtstreuende Partikel, sogenannte Diffusoren aufweisen. Beispiele für derartige Diffusoren sind mineralische Füllstoffe, insbesondere  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  oder  $\text{BaSO}_4$  oder auch organische Pigmente. Diese Materialien können auf einfache Weise den o. g. Umhüllungs- bzw. Schichtmaterialien zugesetzt werden.

In den Fig. 7 und 8 sind Emissionsspektren eines blauen Licht abstrahlenden Halbleiterkörpers (Fig. 7) (Lumineszenzmaximum bei  $\lambda \sim 430 \text{ nm}$ ) bzw. von weiß leuchtenden erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementen (Fig. 8) gezeigt, die mittels solcher Halbleiterkörper hergestellt sind. An der Abszisse ist die Wellenlänge  $\lambda$  in nm und an der Ordinate ist eine relative Intensität der ausgesandten Strahlung aufgetragen.

Von der vom Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung nach Fig. 7 wird nur ein Teil in einen längerwelligen Wellenlängenbereich konvertiert, so daß als Mischfarbe weißes

Licht entsteht. Die verschiedenartig gestrichelten Linien 30 bis 33 von Fig. 8 stellen Emissionsspektren von erfundungsgemäßen Halbleiterbauelementen in Form von Radialdioden dar, bei denen das Lumineszenzkonversionselement, in diesem Fall eine Lumineszenzkonversionsumhüllung aus Epoxidharz, unterschiedliche YAG:Ce-Konzentrationen aufweist. Jedes Emissionsspektrum weist zwischen  $\lambda = 420$  nm und  $\lambda = 430$  nm, also im blauen Spektralbereich, und zwischen  $\lambda = 520$  nm und  $\lambda = 545$  nm, also im grünen Spektralbereich, jeweils ein Intensitätsmaximum auf, wobei die Emissionsbanden mit dem längerwelligen Intensitätsmaximum zu einem großen Teil im gelben Spektralbereich liegen. Das Diagramm von Fig. 8 verdeutlicht, daß bei dem erfundungsgemäßen Halbleiterbauelement auf einfache Weise durch Veränderung der Leuchtstoffkonzentration im Epoxidharz der CIE-Farbtönt des weißen Lichtes verändert werden kann.

Weiterhin ist es möglich, anorganische Leuchtstoffe auf Basis von Ce-dotierten Granaten, Thiogallaten, Erdalkali-Sulfiden und Aluminaten direkt auf den Halbleiterkörper aufzubringen, ohne sie in Epoxidharz oder Glas zu dispergieren.

Ein weiterer besonderer Vorteil der oben genannten anorganischen Leuchtstoffe ergibt sich daraus, daß die Leuchtstoffkonzentration z. B. im Epoxidharz nicht wie bei organischen Farbstoffen durch die Löslichkeit begrenzt wird. Darauf sind keine großen Dicken von Lumineszenzkonversionselementen nötig.

## Patentansprüche

zeichnet, daß zumindest ein Teil der Oberfläche des Halbleiterkörpers (1) von einer transparenten Umhüllung (15) umgeben ist und daß auf der transparenten Umhüllung (15) die Lumineszenzkonversionsschicht (4) aufgebracht ist.

8. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest auf einem Teil der Oberfläche des Halbleiterkörpers (1) die Lumineszenzkonversionsschicht (4) aufgebracht ist.

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper (1) in einer Ausnehmung (9) eines Grundgehäuses (8) angeordnet ist und bei dem die Ausnehmung (9) mit einer das Lumineszenzkonversionselement (4) aufweisenden Abdeckschicht (17) abgedeckt ist.

10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper (1) in einer Ausnehmung eines Grundgehäuses (8) angeordnet ist und bei dem die Ausnehmung zumindest teilweise mit dem Lumineszenzkonversionselement (5) gefüllt ist.

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement (4, 5) mehrere Schichten mit unterschiedlichen Wellenlängenkonversionseigenschaften aufweist.

12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement (4, 5) ein Thermoplast- oder Duroplastmaterial, insbesondere eine Epoxidharz-Matrix, eine Silikon-Matrix, eine Polymethylmetacrylat-Matrix oder Mischungen davon aufweist.

13. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement (4, 5) und/oder die transparente Umhüllung (10, 15) zusätzlich lichtstreuende Partikel aufweist.

14. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement (4, 5) und/oder die transparente Umhüllung (10, 15) mit mindestens einem im Blauen lumineszierenden Lumineszenzfarbstoff versehen ist.

15. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement einen weiteren verschiedenenartigen anorganischen Leuchtstoff enthält.

16. Verwendung einer Mehrzahl von Bauelementen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 in einer vollfarbtauglichen LED-Anzeigevorrichtung.

17. Verwendung einer Mehrzahl von Bauelementen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 zur Beleuchtung von Flugzeug- oder Fahrzeuginnenräumen.

18. Verwendung eines Bauelements gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 zur Beleuchtung von Anzeigevorrichtungen, insbesondere zur Beleuchtung von Flüssigkristallanzeigen.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

1. Optisches Bauelement mit
  - einem eine elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs mit einem Intensitätsmaximum bei einer Wellenlänge  $\lambda \leq 520$  nm aussendenden Halbleiterkörper (1), und
  - einem Lumineszenzkonversionselement (4, 5), das einen lumineszierenden Leuchtstoff (6) enthält, der einen Teil der vom Halbleiterkörper (1) ausgesandten Strahlung absorbiert und Strahlung in einem zweiten Wellenlängenbereich emittiert, dadurch gekennzeichnet, daß der lumineszierende Leuchtstoff (6) mit seltenen Erden dotierte Granate mit Korngrößen von 4  $\mu\text{m}$ –13  $\mu\text{m}$  enthält und in Vergußharz eingebettet ist.
2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement YAG:Ce enthält.
3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wellenlängenbereich zumindest teilweise größere Wellenlängen  $\lambda$  aufweist als der erste Wellenlängenbereich.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper (1) blaues Licht emittiert.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Lumineszenzkonversionselement eine über oder auf dem Halbleiterkörper (1) angeordnete Lumineszenzkonversionsschicht (4) aufweist.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Lumineszenzkonversionselement eine Lumineszenzkonversionsumhüllung (5) vorgesehen ist, die zumindest einen Teil des Halbleiterkörpers (1) und Teilbereiche elektrischer Anschlüsse (2, 3) des Halbleiterkörpers (1) unmittelbar umschließt.
7. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekenn-

FIG 1

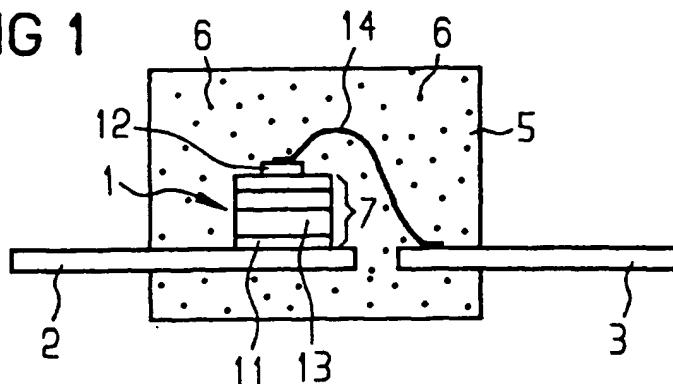


FIG 2

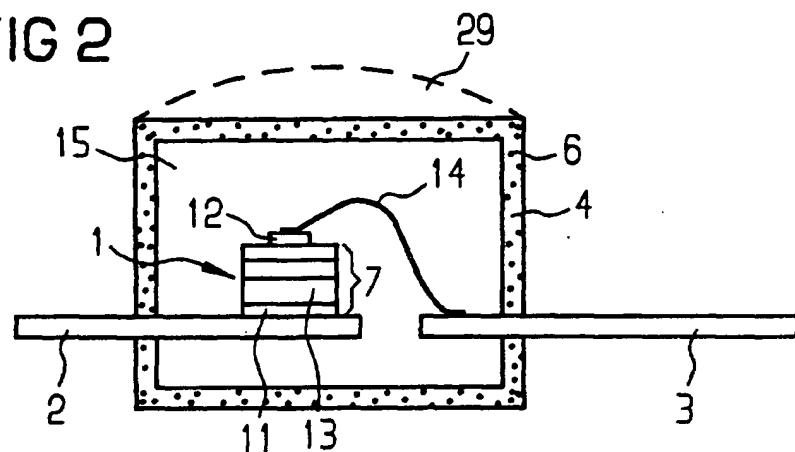


FIG 3

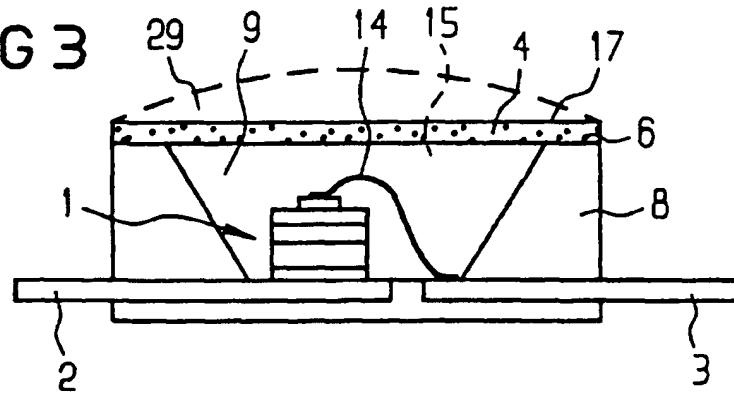


FIG 4

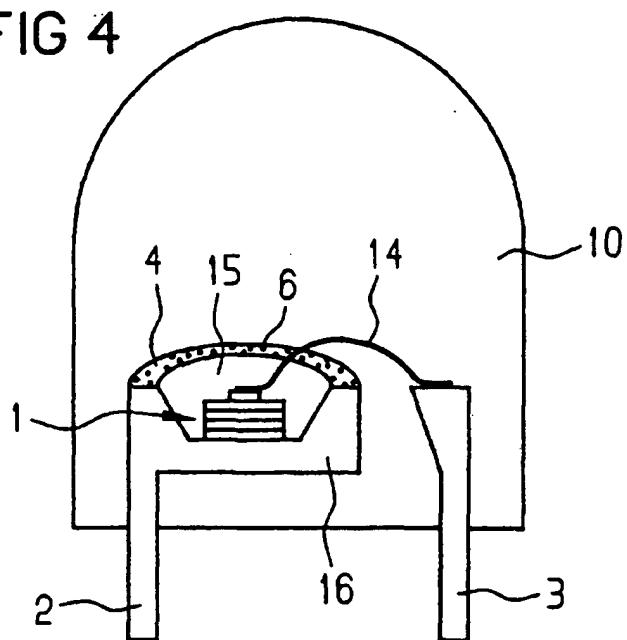
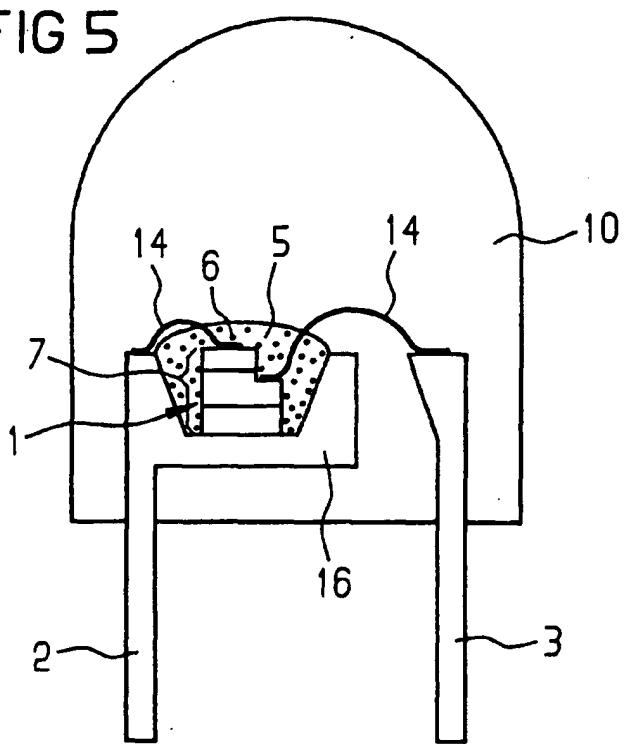
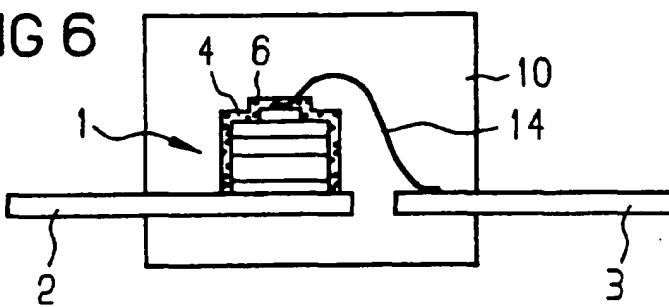
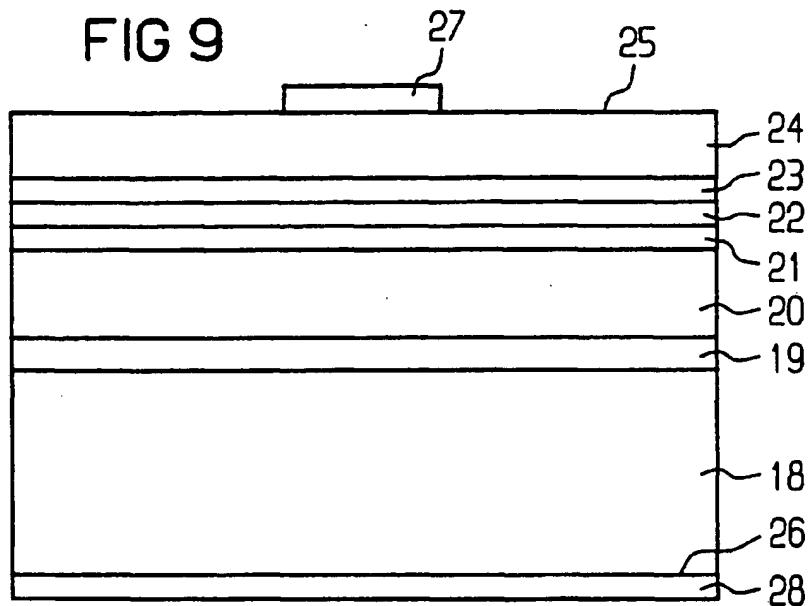
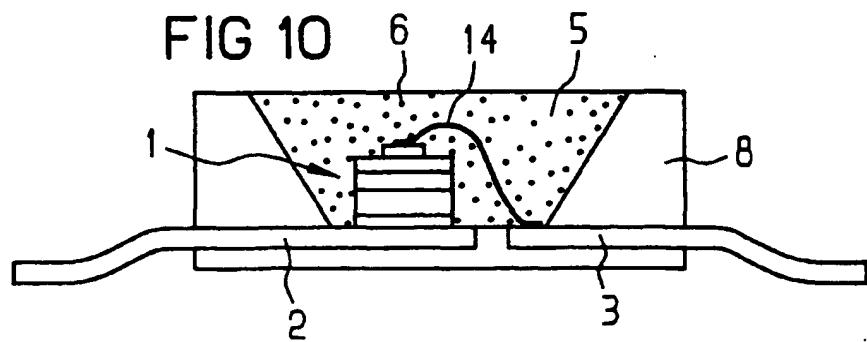


FIG 5



**FIG 6****FIG 9****FIG 10**

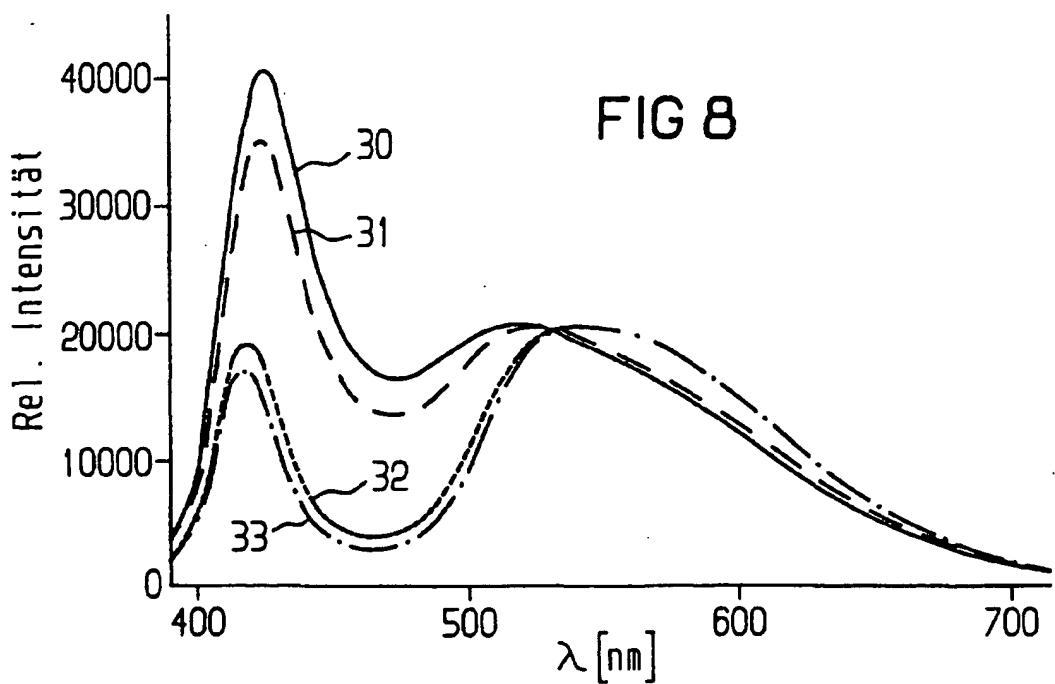
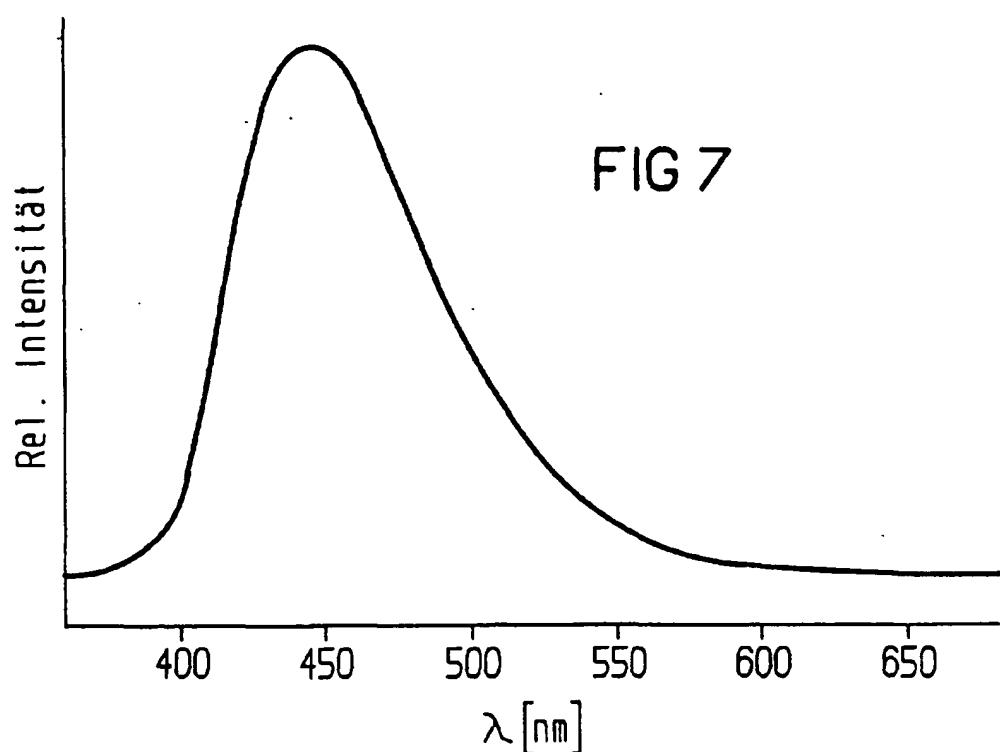


FIG 11

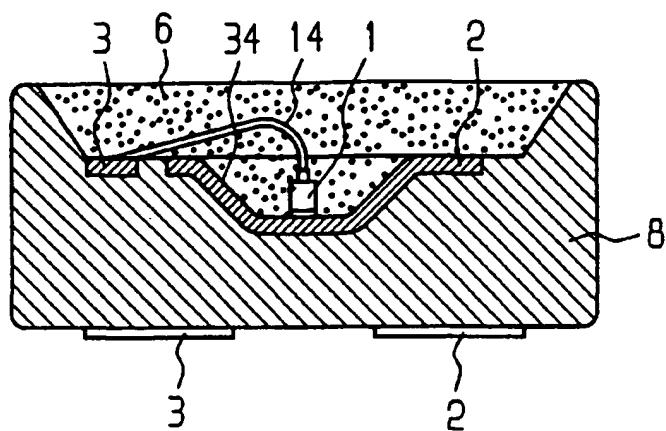


FIG 12

